



21 Aktenzeichen: 197 13 312.6  
22 Anmeldetag: 29. 3. 97  
43 Offenlegungstag: 1. 10. 98

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
C 03 B 23/02  
C 03 C 19/00  
C 03 B 13/16  
// H04N 3/12, G09F  
9/313

71 Anmelder:  
Schott Glas, 55122 Mainz, DE

74 Vertreter:  
Fuchs, Mehler, Weiß, 65189 Wiesbaden

72 Erfinder:  
Ostendarp, Heinrich, Dr., 55128 Mainz, DE; Paasch,  
Marita, Dr., 55124 Mainz, DE

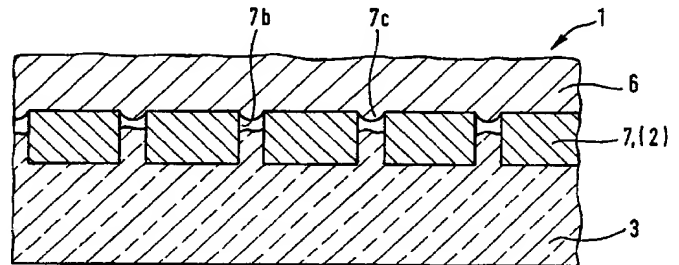
56 Entgegenhaltungen:  
DE 1 11 216  
US 12 61 939

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Formgebungswerkzeug für Flachmaterial

57 Zur Ausbildung von Strukturen an einem Flachglas ist es bekannt, Formgebungswerkzeuge mit einer speziellen strukturgebenden Oberfläche vorzusehen. Gemäß dem Stand der Technik besitzen diese Formgebungswerkzeuge eine strukturgebende Oberfläche, die unmittelbar im Werkzeugkörper ausgebildet ist. Wegen des Verschleißes der strukturgebenden Oberfläche müssen die Formgebungswerkzeuge insbesondere bei Strukturen mit scharfen Kanten häufig ausgewechselt werden, was neben den Kosten für ein komplettes neues Werkzeug auch einen hohen Umrüstaufwand bedeutet. Diese Nachteile werden durch ein Zweikomponentenwerkzeug vermieden, das aus einem immer wieder verwendbaren Basiswerkzeug (6) und einem darauf angeordneten separaten, im Verschleißfall auswechselbaren Formwerkzeug (7) mit der strukturgebenden Oberfläche (2) besteht. Die Zweiteilung des Werkzeuges erlaubt auch Freiheitsgrade hinsichtlich der Verwendung unterschiedlicher Werkstoffe. So kann beispielsweise ein Basiswerkzeug aus einem Material mit niedriger thermischer Dehnung bzw. Leitfähigkeit und das Formwerkzeug (7) aus einem Werkzeug mit hoher thermischer Leitfähigkeit bestehen.



also US 6128925

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Formgebungswerkzeug mit einer strukturgebenden Oberfläche zur Ausbildung von Strukturen an einem Flachmaterial, insbesondere zur Formgebung von Präzisionsstrukturen an Flachglas.

Mit Präzisionsstrukturen versehenes Flachglas wird für Präzisionsanwendungen, insbesondere im Bereich der Gläser mit optischen Funktionen, benötigt. Derartige Gläser sind beispielsweise Displayscheiben von neueren Flachbildschirmgenerationen (Plasma Display Panels = PDP; Plasma Addressed Liquid Crystal = PALC). In diese Flachbildschirmgläser werden Mikrokanalstrukturen für die Ansteuerung einzelner Zeilen oder Spalten eingebracht, die sich über die gesamte aktive Bildschirmbreite oder -höhe erstrecken und in denen über elektrische Entladungen Plasma gezündet wird. Die beidseitige Begrenzung eines einzelnen Kanals wird über rechteckige Stege realisiert, deren Breite möglichst gering ( $<100\text{ }\mu\text{m}$ ) ist. Um ein ausreichendes Entladungsvolumen zu erhalten, ist die Höhe der Stege wesentlich größer als deren Breite. Der Abstand der Stege sollte möglichst gering sein. Derzeit werden in Kleinserien typische Werte zwischen  $360\text{ }\mu\text{m}$  und  $640\text{ }\mu\text{m}$  erreicht. Dabei beträgt die Höhe der Stege etwa  $150\text{ }\mu\text{m}$  bis  $250\text{ }\mu\text{m}$  bei  $50\text{ }\mu\text{m}$  bis  $100\text{ }\mu\text{m}$  Breite.

Bei der Strukturierung dieser Flachbildschirmgläser, die am Beispiel eines 25"-PALC-Schirmes die Größe von  $360\text{ mm} \times 650\text{ mm}$  aufweisen, kommt es wegen der späteren Positionierung der Elektroden entscheidend auf die genaue laterale Dimensionierung und relative Positionier- und Reproduziergenauigkeit der Kanäle und damit auf die Formstabilität des Formgebungswerkzeuges an. Wenn man beispielsweise von einer Heißformgebung mittels eines konventionellen Chrom-Nickel-Stahlwerkzeuges ausgeht, so liegt der Ausdehnungskoeffizient bei ca.  $12 \times 10^{-6}/\text{K}$ . Bei beispielsweise  $360\text{ mm}$  Werkzeuglänge, wie für einen 25" PALC-Bildschirm erforderlich, ergibt dies immerhin pro K Temperaturschwankung eine Längenänderung von ca.  $4\text{ }\mu\text{m}$ . Wenn man davon ausgeht, daß die erforderliche Positioniergenauigkeit der Elektroden in den Mikrokanälen im Bereich von  $\pm 10\text{ }\mu\text{m}$  liegt können also  $\pm 2,5\text{ K}$  Temperaturschwankung im Strukturwerkzeug erhebliche Probleme bereiten. Bei größeren Bildschirmen, wie beispielsweise 42"-Bildschirmen, sind die zulässigen Temperaturschwankungen entsprechend geringer.

Bei anderen Anwendungen von Flachgläsern mit Präzisionsstrukturen sind die Probleme ähnlich gelagert.

Mit dem eingangs bezeichneten Formgebungswerkzeug können die Strukturen an dem Flachglas auf zwei typische Wege ausgeformt werden. Der erste Weg ist eine Heißformgebung, bei der das erhitzte Formgebungswerkzeug mit seiner strukturgebenden Oberfläche auf einer Seite des Flachglases in das ggf. erwärmte Glasmaterial gedrückt wird und in der Glasoberfläche die Strukturen ausformt.

Bei dem zweiten Weg werden die Vertiefungen in der strukturgebenden Oberfläche des Formgebungswerkzeuges mit einem pastenförmigen Material ausgefüllt, wobei dieses Material beim Kontakt mit der Glasoberfläche auf diese aufgetragen und ausgehärtet wird. Dies geschieht gewöhnlicherweise unter entsprechender Wärmezufuhr.

Bei beiden Wegen tritt jedoch ein hoher Werkzeugverschleiß an der strukturgebenden Oberfläche auf, der bei geringen geforderten Strukturradien einen ständigen Austausch des vollständigen teuren Formgebungswerkzeuges mit einem erheblichen Umrüstaufwand erfordert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, durch einen neuartigen Aufbau des eingangs bezeichneten Formgebungswerkzeuges einen ständigen teuren Austausch des

kompletten Formgebungswerkzeuges infolge des Werkzeugverschleißes an seiner strukturgebenden Oberfläche zu vermeiden und gleichzeitig eine Reduktion thermischer Wärmedehnungseinflüsse zu bewirken.

Die Lösung dieser Aufgabe gelingt gemäß der Erfindung dadurch, daß das Formgebungswerkzeug aus einem Basiswerkzeug und einem darauf angeordnetem separaten Formwerkzeug mit der strukturgebenden Oberfläche besteht.

Im Verschleißfall muß daher nur das separate Formwerkzeug mit relativ geringem Umrüstaufwand ersetzt werden, wodurch die Werkzeug- und damit die Herstellungskosten für das strukturierte Flachglas gesenkt werden. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die Temperatur des Basiswerkzeuges gering gehalten werden kann und nur das Formwerkzeug vorzugsweise von außen erwärmt werden muß. Die benötigte Energie ist dadurch deutlich geringer als wenn auch das Basiswerkzeug aufgeheizt werden müßte. Die Wärmeenergie kann durch Laser, elektrisch, induktiv oder andere geeignete Weise zugeführt werden.

Durch die Trennung des Formwerkzeuges vom Basiswerkzeug, das durch eine Walze oder einen Stempel gebildet werden kann, kann für das Basiswerkzeug ein Material mit geringer thermischer Dehnung und hoher Reibfestigkeit, beispielsweise ein spezielles Keramikmaterial wie Quarzall verwendet werden.

Bei der Auswahl des separaten Formwerkzeuges kann an anderen Faktoren, wie beispielsweise eine minimalen Verklebneigung mit dem Glas, hohe Verschleißfestigkeit, hohe Temperaturbeständigkeit und hohe Wärmeleitfähigkeit, wie sie z. B. durch Chrom-Nickel-Stähle oder Platin-Gold-Legierungen erzielt werden, Rechnung getragen werden.

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung wird das Formwerkzeug durch ein entsprechend strukturiertes dünnes Blech gebildet, was eine sehr einfache und wirksame Ausführungsform erlaubt.

Besondere Vorteile werden gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung erzielt, wenn das strukturierte Blechteil am Basiswerkzeug lösbar und von ihm auf das Flachglas abwickelbar befestigt ist. Bei einem derartig ausgebildeten Werkzeug kann das Formwerkzeug während des Abrollens des Basiswerkzeuges von diesem abgewickelt, bei der Heißformung in bzw. mit eingefüllter Paste auf das Glas gedrückt und dort während des Aushärtens der Strukturen auf dem Flachglas belassen werden.

Wegen der geringen Wärmekapazität des separaten Formwerkzeuges im Vergleich zu einem zusammenhängenden Werkzeug tritt eine wesentlich schnellere Abkühlung der angeformten Strukturen ein, was ein präzises Ausformen dieser Strukturen mit Vorteil nach sich zieht.

Das Basiswerkzeug wird dabei vorzugsweise durch eine Walze gebildet, was eine einfache großflächige Aufbringung der Strukturen durch ein Abrollen des Formgebungswerkzeuges erlaubt.

Anstelle eines strukturierten Blechteiles kann das Formwerkzeug auch dadurch gebildet werden, daß ein Bandmaterial beabstandet auf einem walzenförmigen Basiswerkzeug befestigt ist. Ein derartiges Formgebungswerkzeug erlaubt durch die zwischen den Bändern befindlichen Spalte mit einfachen Mitteln eine linienförmige Strukturierung.

Wenn gemäß einer Weiterbildung der Erfindung achsenparallel beabstandet zu der als Basiswerkzeug dienenden Walze eine zweite Hilfswalze vorgesehen ist Band das Bandmaterial über beide Walzen über mehrere Umrundungen beabstandet abwickelbar ist unter kontinuierlichem Zuführen und Abführen des Bandmaterials, bleibt analog dem abgewickelten Blechteil in dem Raum zwischen beiden Walzen das formgebende Werkzeug für eine bestimmte Zeitdauer zum Stabilisieren in den Strukturen und verhin-

dert ein Zerfließen der Konturen.

Weitere Ausgestaltungen sowie Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen.

Es zeigen:

**Fig. 1** in einer Prinzipdarstellung eine Vorrichtung zur Heißformgebung von Strukturen in einem Flachglas mit Aufheizen der strukturgebenden Oberfläche eines erfindungsgemäßen Formwerkzeuges, das auf einem Basiswerkzeug aufgespannt ist, durch einen Laser.

**Fig. 2** in einer vergrößerten Darstellung eine Ausführungsform eines Formgebungswerkzeuges mit einem Basiswerkzeug und einem separaten Formwerkzeug.

**Fig. 3** ein zweiteiliges Formgebungswerkzeug gemäß **Fig. 2** mit einer Walze als Basiswerkzeug und einem um diese Walze gewickelten perforierten Blech als formgebendes Werkzeugteil.

**Fig. 4** ein zweiteiliges Formgebungswerkzeug entsprechend **Fig. 3**, bei der jedoch das formgebende Werkzeugteil in Gestalt des perforierten Blechs während des Abrollens der Basiswalze von dieser abgewickelt, in das Glas gedrückt wird und während der Abkühlphase im Glas verbleibt.

**Fig. 5** ein zweiteiliges Formgebungswerkzeug mit einer Basiswalze, die mehrfach mit einem Bandmaterial schraubenförmig umwickelt ist.

**Fig. 6** ein Formgebungswerkzeug bestehend aus zwei mehrfach mit einem Bandmaterial als formgebendes Werkzeug umwickelten achsparallen Walzen, von denen eine die Basiswalze ist, und

**Fig. 6A** eine Erweiterung der Ausführung nach **Fig. 6** um eine Spannwalze zwecks Spannen des Bandmaterials zur Kompensation thermischer Dehnungen des Formwerkzeuges während der Aufheizung.

Die **Fig. 1** zeigt eine Vorrichtung für ein Verfahren zur Heißformgebung von Präzisionsstrukturen – hier in Form von Kanälen, die durch Stege getrennt sind – in einem Flachglas **3**, im vorliegenden Ausführungsbeispiel ein Flachglas für einen Flachbildschirm mit Mikrokanalstrukturen. Die Vorrichtung sieht ein erwärmtes Formgebungswerkzeug **1** mit einer separaten strukturgebenden Oberfläche **2** vor, das mittels einer Kraft **F** auf der Oberseite des Flachglases **3** in das Glasmaterial gedrückt wird, um dort die gewünschten Präzisionsstrukturen auszuformen. Die Vorrichtung weist ferner Gegenkraftaufnahmen **4** auf, um die Kraft **F** in bezug auf die Glasplatte **3** zu kompensieren. Das Formgebungswerkzeug **1** wird dabei erst kurz vor und/oder während der Kontaktierung mit der Glasoberfläche von außen lokal an der strukturgebenden Oberfläche **2** bis zu einer von der Tiefe der Strukturen vorgegebenen Oberflächentiefe auf eine Temperatur erwärmt, daß bei Berührung des Glases ein die Strukturen ausbildendes Aufschmelzen erfolgt. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird dabei zum lokalen äußeren Aufwärmen der strukturgebenden Oberfläche **2** mittels eines Lasers **5** eine Laserstrahlung durch das Flachglas **3** auf die strukturgebende Oberfläche **2** des Formgebungswerkzeuges **1** gerichtet. Alternativ kann auch eine induktive oder elektrische Widerstandsheizung vorgesehen sein. Dadurch, daß die Einbringung der Wärmeenergie lokal nur an der strukturgebenden Oberfläche stattfindet, kann mit Vorteil eine vollständige Aufheizung des Werkzeuges und des Flachglases umgangen werden.

Der Laser **5** ist so ausgewählt, daß er einen Laserstrahl erzeugt, der für das Glas eine möglichst hohe Transmission aufweist, d. h. kein nennenswertes Aufheizen des Glases stattfindet, und die strukturgebende Oberfläche **2** auf eine derartige Temperatur aufheizt, daß bei der Berührung des Glases ein Aufschmelzen stattfindet.

Als Laserquellen eignen sich beispielsweise Nd-YAG-

Laser (Wellenlänge 1064 nm) und Hochleistungsdiodenlaser (Wellenlänge etwa 800 nm). Zur gezielten Einbringung der Laserstrahlung ist es notwendig, wie in **Fig. 1** skizzenhaft angedeutet, konstruktive Maßnahmen zur Führung des Strahles auf das Werkzeug **1** bzw. dessen getrennte strukturgebende Oberfläche **2** vorzusehen, was im Können des Fachmannes liegt.

Der mit dem eingangs erwähnten hohen Werkzeugverschleiß des Formgebungswerkzeuges **1** verbundene hohe Kosten- und Umrüstaufwand kann mit Vorteil dadurch umgangen werden, daß, wie im besonderen aus **Fig. 2** deutlich wird, die allein dem Verschleiß unterliegende strukturgebende Oberfläche **2** des Formgebungswerkzeuges **1** durch ein separates formgebendes Werkzeug **7** ausgebildet wird, das lösbar an einem Basiswerkzeug **6** befestigt wird. Dieses formgebende Werkzeug kann, wie dargestellt werden wird, durch verschiedenartige Bauteile gebildet werden. Im Ausführungsbeispiel nach **Fig. 2** ist ein dünnes strukturiertes Blech **7** vorgesehen, das den auszuförmenden Stegen konforme Durchbrüche **7b** aufweist. In die Oberfläche des Basiswerkzeuges **6** sind dabei, wie in **Fig. 2** skizziert, den Durchbrüchen **7b** entsprechende Strukturen **7c** zur Positionierung des Bleches eingebracht. Diese Strukturen sind im Falle der Anwendung bei Flachbildschirmgläsern zudem wesentlich einfacher zu erzeugen als ein strukturiertes Ein-komponenten-Werkzeug zur direkten Formgebung. Das dünne Blech, das die strukturgebende Oberfläche **2** bildet, kann Stärken von etwa 50 µm bis 600 µm besitzen, bevorzugt sind für Displayanwendungen etwa 100 bis 250 µm. Die Abstände der zur Ausbildung der Stege notwendigen Durchbrüche **7b** (Schlitze) im Blech betragen etwa 150–750 µm. Anstelle der Durchbrüche **7b** im Blechteil **7** können auch Einbuchtungen, wie die in der Drucktechnik verwendeten Näpfchen, vorgesehen sein.

Ein weiterer Vorteil der Trennung zwischen Basiswerkzeug **6** und formgebendem Werkzeug **7** bzw. **2** besteht noch darin, daß nach der Formgebung des Glases **3** das formgebende Werkzeug **7** im Glas belassen werden kann, bis dieses abgekühlt ist. Eine solche Möglichkeit wird später noch anhand der **Fig. 4** erläutert. Im Vergleich zur Belassung eines vollständigen konventionellen Werkzeuges in der Glasstruktur tritt wegen der geringen Wärmekapazität des Formwerkzeuges eine wesentlich schnellere Abkühlung ein. Insbesondere bei segmentiertem, mit Durchbrüchen versehenen Formwerkzeugen wie im Fall des Bleches **7** nach **Fig. 2**, werden während der Abkühlung Spannungen zwischen Glas **3** und dem Formwerkzeug **1** minimiert, da thermische Dehnungen des Bleches durch die Durchbrüche kompensiert werden.

Das Auslösen des Formwerkzeuges **7** kann durch eine Konizität der erhabenen Teile der strukturgebenden Oberfläche **2** gefördert werden.

Das dem Verschleiß unterliegende Blech **7** kann, ohne das Basiswerkzeug zu wechseln, ausgetauscht werden. Hierzu sind verschiedene, später noch beschriebene Vorrichtungen, insbesondere Schnellspannvorrichtungen einsetzbar.

Durch die Trennung des Formgebungswerkzeuges, nämlich des strukturierten Bleches **7** vom Basiswerkzeug **6**, das durch eine Walze oder einen Stempel gebildet werden kann, kann mit Vorteil für das Basiswerkzeug **6** ein Material mit geringer thermischer Dehnung und hoher Reibfestigkeit, beispielsweise ein spezielles Keramikmaterial, verwendet werden. Bei der Auswahl des separaten Formwerkzeuges **7** kann anderen Faktoren, wie beispielsweise einer minimalen Verklebung mit dem Glas, hoher Verschleißfestigkeit, hoher Temperaturbeständigkeit und hoher Wärmeleitfähigkeit, wie sie z. B. durch die erwähnten Chrom-Nickel-Stähle oder Platin-Gold-Legierungen erzielt werden, Rechnung ge-

tragen werden.

So ist es denkbar, als Werkstoff für das Basiswerkzeug 6 Quarzal zu verwenden, das einen sehr geringen Ausdehnungskoeffizienten von  $0,56 \times 10^{-6}/K$  besitzt. Im Vergleich zur Verwendung von Stahl als Basiswerkzeug sind bei gleichen zulässigen Längenschwankungen etwa 20-fache Temperaturschwankungen zulässig. Der Werkstoff Quarzal besitzt auch eine geringe Wärmeleitfähigkeit. Nimmt man zugleich für das Formwerkzeug einen gut wärmeleitenden Werkstoff, z. B., ein strukturiertes Blechteil gemäß Fig. 2, dann ist bei äußerer Aufheizung gemäß einem weiteren Vorteil des Zwei-Komponentenwerkzeuges eine ausgeprägte lokale isolierte Erwärmung auf die vorgegebene Oberflächentiefe möglich. Da Quarzal auch gleichzeitig eine schlechte elektrische Leitfähigkeit besitzt, ist bei Verwendung von Quarzal als Werkstoff für das Basiswerkzeug 6 alternativ zum Laser gemäß Fig. 1 eine induktive oder elektrische Heizung zur Aufheizung des Formwerkzeuges 7 möglich.

Für die Ausbildung des Formgebungswerkzeuges, bestehend aus dem Basiswerkzeug 6 und dem separaten Formwerkzeug 7, sind verschiedene Ausführungsformen möglich, von denen einige anhand der Fig. 3 und folgende beschrieben werden. Die Fig. 3 zeigt ein als Walze 8 ausgebildetes Formgebungswerkzeug mit dem Basiswerkzeug 6 und dem Formwerkzeug 7, hier ein perforiertes Blech wie in Fig. 2, das mittels einer Spannvorrichtung 9 an dem Basiswerkzeug 6 befestigt ist. Die Drehachse 10 der Walze 8 ist in horizontaler Richtung ortsfest gelagert. Das Glas 3 wird mit der Vorschubgeschwindigkeit  $V$  quasi unter der Walze 8 durchgeführt, die sich entsprechend der Pfeilrichtung dreht und beim Abrollen über die Oberfläche des Flachglases 3 die gewünschten Strukturen aufbringt. Die Walze 8 ist dabei vorzugsweise in vertikaler Richtung weg- oder kraftgesteuert, um die Eindringtiefe in das Glas 3 oder das Aufbringen von pastenförmigem Material zu steuern. Die Vorschubgeschwindigkeit des Flachglases 3 liegt abhängig vom Walzendurchmesser bei 0,1–1 m/min.

Bei der dem Tiefdruck angelehnten Ausführungsform wird somit das gesamte Basiswerkzeug mit dem Formwerkzeug 40 kontaktiert. Durch entsprechende, dem Tiefdruck entnommene Spanntechniken 9 wird dabei ein planes Anliegen des Formwerkzeuges 7 am Basiswerkzeug 6 gewährleistet.

Um die Walzenachse 10 so zu halten, daß sie nur in vertikaler Richtung, wie durch die Pfeile angedeutet, verschiebbar ist, stehen dem Fachmann verschiedene Konstruktionsmöglichkeiten zur Verfügung. Die Anordnung kann dabei auch so getroffen werden, daß die Walze 8, die mit einer relativ großen Kraft  $F$  gegen das Glas 3 gedrückt wird, sich allein durch den Vorschub der Glasplatte 3 mitdreht. Es kann allerdings auch ein ergänzender Antrieb für die Walzenachse 10 vorgesehen sein.

Die Fig. 4 zeigt eine andere Ausführungsform für die Einbringung der gewünschten Struktur in das mit dem Vorschub  $V$  horizontal bewegte Flachglas 3 mittels einer Walze 8, das entsprechend der Fig. 3 aufgebaut ist. Im Gegensatz zu der Ausführungsform nach Fig. 3 wird während des Rollens der Walze 8 das Formwerkzeug in Form des strukturierten Bleches 7 in das Glas 3 gedrückt, vom Basiswerkzeug 6 abgewickelt und dort während der Abkühlphase belassen. Hieraus ergibt sich während der Abkühlphase eine mechanische Stabilisierung der Glasstruktur (das Formwerkzeug 7 verhindert ein Zerfließen des noch flüssigen Glases), die bei konventionellen Heißformgebungsprozessen nicht erzielt wird. Nach der Formgebung der Struktur im Flachglas 3 kann das abgekühlte Formwerkzeug 7 aufgrund der größeren thermischen Kontraktion gegenüber dem Glas 3 wieder leicht aus der geformten Struktur entfernt werden. Ein leicht

konischer Verlauf der erhabenen Teile des Formwerkzeuges 7 unterstützt dieses Auslösen.

Eine weitere Ausführungsform ist in Fig. 5 dargestellt, bei der das Formwerkzeug nicht, wie in den Fig. 3 und 4, als zusammenhängendes, strukturiertes Blech, sondern als Bandmaterial 7a auf das walzenförmige Basiswerkzeug 6 schraubenförmig aufgewickelt ist. Die Ausführungsform nach Fig. 5 stellt sozusagen eine Abwandlung der Ausführungsform von Fig. 3 dar, bei der als Formwerkzeug anstelle eines zusammenhängenden Bleches 7, an einem Walzenende beginnend, das Bandmaterial 7a um eine Basiswalze 6 entlang einem schraubenförmig vorstrukturierten Steg gewickelt wird, der auch der Abstandseinhaltung des Bandmaterials dient. Gegenüber der Ausführungsform nach Fig. 3 besteht die Einschränkung darin, daß zwischen den auf der Basiswalze 6 befindlichen Bandwicklungen ein Spalt besteht. Dadurch ist jedoch die Ausführungsform nach Fig. 5 prädestiniert für die Einbringung von Linienstrukturen in das Flachglas 3, wie sie beispielsweise bei den eingangs erwähnten Flachbildschirmen aufgebracht werden müssen.

Eine weitere Ausführungsform, bei der das Formwerkzeug nicht als zusammenhängendes Blech, sondern als Bandmaterial 7a entsprechend Fig. 5 ausgestaltet ist, ist in Fig. 6 dargestellt. Während bei der Ausführungsform nach Fig. 5 das Bandmaterial fest auf der Walze 6 angebracht ist und diese Walze 6 mit dem Bandmaterial 7a vollständig über die Oberfläche des Glases 3 abrollt, zeigt die Fig. 6 eine Ausführungsform, bei der, ähnlich wie in Fig. 4, das Formwerkzeug, das Bandmaterial 7a für eine vorgegebene Zeit in den auszuformenden Strukturen nach dem Aufschmelzen des Glases belassen wird. Die Ausführungsform nach Fig. 6 sieht zu diesem Zweck nach Art einer bekannten Wafersäge zwei achsparallele Walzen vor, eine Basiswalze 6 und eine Hilfswalze 11. Die Basiswalze 6, auf deren einem Ende sich die Bandmaterialzufuhr gemäß dem Pfeil befindet, ist mit senkrecht zur Walzenachse geschlossenen Ringen zur Führung des Bandmaterials 7a versehen, die auch zur Abstandseinstellung des Bandmaterials dienen. Die Basiswalze 6 dient dazu, das Bandmaterial 7a zur Strukturgebung in das Flachglas 3 einzudrücken, um es dann zur Strukturhaltung während der Abkühlphase im Glas 3 zu belassen. Hieraus ergibt sich während der Abkühlphase eine mechanische Stabilisierung der Glasstruktur (kein Zerfließen) wie bei der Ausführungsform nach Fig. 4, die bei konventionellen Heißformgebungsprozessen nicht erzielt wird. Nach der Strukturierung wird das abgekühlte formgebende Bandmedium 7a mittels der zur Basiswalze 6 achsparallelen Hilfswalze 11 aus der Struktur entfernt. Diese Hilfswalze ist vorzugsweise nicht strukturiert, um eventuelle Temperatur- und damit verbundene Längenunterschiede zur Basiswalze 6 kompensieren zu können. Auf dem einen Ende dieser Hilfswalze befindet sich auch die Abfuhr des Bandmaterials gemäß dem gezeigten Pfeil. Es ist auch möglich, mehrere Bandzu- und Abfuhr zu realisieren.

Die Führung des Bandes 7a auf der hinteren Hilfswalze 11 erfolgt praktisch durch den Vorschub des Glases 3, da das Glas nach der Strukturbildung durch das auf der Basiswalze lokalisierte Bandmaterial sehr schnell erstarrt und das Band 7a dadurch praktisch bis zum Abheben an der Hilfswalze 10 lateral fixiert ist.

Die Breite des die Struktur formenden Bandes 7a beträgt bei Displayanwendungen etwa 150–750  $\mu m$  abzüglich der Stegbreite von 50–100  $\mu m$ , vorzugsweise 200–600  $\mu m$ . Es ist auch möglich, Bänder mit einer Breite von unterhalb 150  $\mu m$  zu verwenden, jedoch nimmt dann die Reißfestigkeit des Bandes immer mehr ab. Der Abstand der Bänder voneinander, vorgegeben durch die Führungsringe auf der Basiswalze 6, soll etwa 20–120  $\mu m$  betragen, vorzugsweise

so gering wie möglich sein. Für das Bandmaterial der Ausführungsformen nach den Fig. 5 und 6 bestehen hinsichtlich des Werkstoffes, aus dem sie gebildet werden, die im Zusammenhang mit der Ausführungsform nach Fig. 1 beschriebenen Randbedingungen hinsichtlich des Verklebens mit dem Glas und der Kostensituation. Da insoweit eine Platin-Gold-Legierung auf der einen Seite besondere Vorteile hinsichtlich des Nichtverklebens mit dem Glas besitzt, auf der anderen Seite jedoch sehr teuer ist, muß ein massiv aus diesem Werkstoff bestehendes Band rückgeschmolzen werden. Um diesen Aufwand zu vermeiden, kann alternativ als Grundmaterial ein Stahlband, das eine entsprechende Zugfestigkeit aufweist, zu verwenden, das mit einer Anti-Klebeschicht versehen ist.

Der Abstand zwischen den Walzen 6 und 11 kann wegen der schnellen Abkühlung des Bandmaterials 7a im Glas vergleichsweise gering bis zur näherungsweisen Berührung gehalten werden. Es muß sichergestellt werden, daß das Bandmaterial 7a einige Sekunden in der aufgeschmolzenen Struktur des Flachglases 3 bleibt, bis diese Struktur abgekühlt ist. Der Richtwert eines Abstandes der Walzenachsen von 200 mm gilt für eine bestimmte Vorschubgeschwindigkeit; wenn diese sich ändert, so ändern sich auch entsprechend die vorgegebenen Werte des Abstandes und der Verweildauer des Bandmaterials im Glas.

Weil durch das Aufwärmen des Bandmaterials 7a vor und/oder während der Kontaktierung dieses sich durch thermischen Einfluß dehnt, ist es gemäß der Ausführungsform in Fig. 6a vorteilhaft, eine dritte, nicht strukturierte Walze 12 als Spannwalze vorzusehen, durch die das Bandmaterial gespannt wird. Das Bandmaterial ist hierdurch nur noch über einen kleinen Winkelbereich mit der Basiswalze kontaktiert. Zur Ausbildung der Anordnung nach Fig. 6a stehen dem Fachmann entsprechende Konstruktionen zur Verfügung.

#### Patentansprüche

1. Formgebungswerkzeug (1) mit einer strukturgebenden Oberfläche (2) zur Ausbildung von Strukturen an einem Flachmaterial, insbesondere Flachglas (3), **dadurch gekennzeichnet**, daß das Formgebungswerkzeug (1) aus einem Basiswerkzeug (6) und einem darauf angeordneten separaten Formwerkzeug (7, 7a) mit der strukturgebenden Oberfläche (2) besteht.
2. Formgebungswerkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Basiswerkzeug (6) aus einem Material mit geringer thermischer Leitfähigkeit und das Formwerkzeug (7, 7a) aus einem Material mit höherer thermischer Wärmeleitfähigkeit besteht.
3. Formgebungswerkzeug nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Basiswerkzeug (6) aus einem Material mit geringer thermischer Dehnung, vorzugsweise aus Keramik wie Quarz, besteht.
4. Formgebungswerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Formwerkzeug (7) durch ein strukturiertes Blechteil gebildet ist, das Durchbrüche (7b) oder Einbuchtungen zur Formgebung besitzt.
5. Formgebungswerkzeug nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das strukturierte Blechteil (7) lösbar am Basiswerkzeug (6) befestigt ist.
6. Formgebungswerkzeug nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das strukturierte Blechteil (7) am Basiswerkzeug (6) von ihm abwickelbar befestigt ist.
7. Formgebungswerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Basiswerkzeug (6) eine Strukturierung (7c) zur Fixierung des

Formwerkzeuges (7) auf dem Basiswerkzeug aufweist. 8. Formgebungswerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Basiswerkzeug (6) eine Walze ist.

9. Formgebungswerkzeug nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Formwerkzeug (7) aus einem um das als Walze ausgebildete Basiswerkzeug (6) gewickelten Bandmaterial (7a) besteht.

10. Formgebungswerkzeug nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Walze des Basiswerkzeuges eine Führungsstruktur für das Bandmaterial mit schraubenförmig angeordneten Stegen aufweist.

11. Formgebungswerkzeug nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß im Formgebungswerkzeug (1) achsenparallel beabstandet zu der als Basiswerkzeug (6) dienenden Walze eine zweite Hilfswalze (11) vorgesehen ist, und das Bandmaterial (7a) über beide Walzen (6, 11) durch eine Führungsstruktur, gebildet durch senkrecht zur Walzenachse geschlossene Ringe, beabstandet, abwickelbar ist, unter kontinuierlichem Zuführen und Abführen des Bandmaterials.

12. Formgebungswerkzeug nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der als Basiswerkzeug (6) dienenden Walze mindestens eine Zuführeinrichtung für das Bandmaterial und der Hilfswalze (11) mindestens eine Abführeinrichtung für das Bandmaterial (7a) zugeordnet ist.

13. Formgebungswerkzeug nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß zum Spannen des über die Basiswalze (6) und die Hilfswalze (11) umlaufenden Bandmaterials (7a) eine zusätzliche Spannwalze (12) vorgesehen ist.

14. Formgebungswerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die erhabenen Strukturteile der strukturgebenden Oberfläche (2) des Formwerkzeuges (7) eine vorgegebene Konizität zum besseren Auslösen aus der geformten Glasstruktur aufweisen.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

Fig. 1

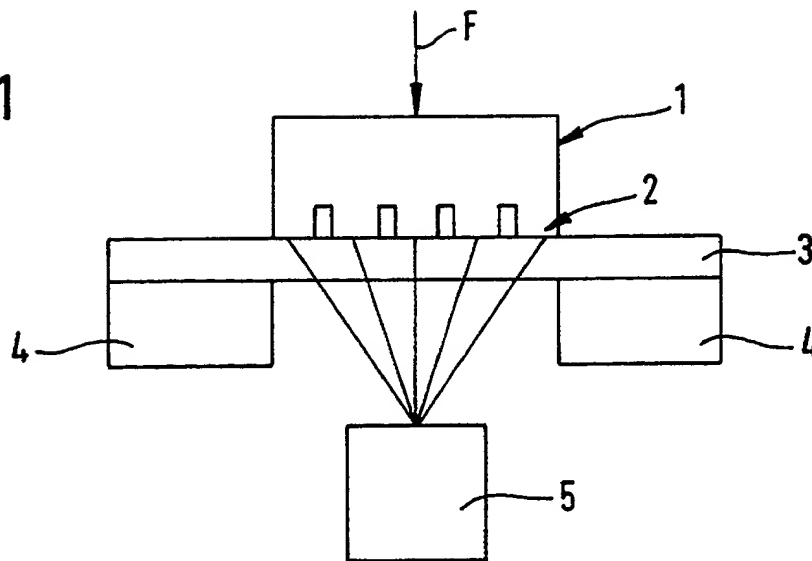


Fig. 2

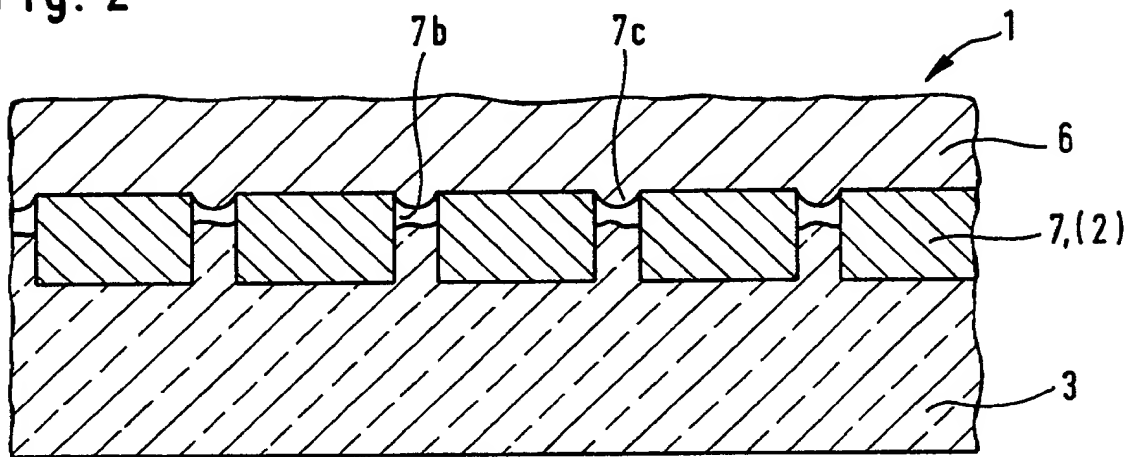


Fig. 3

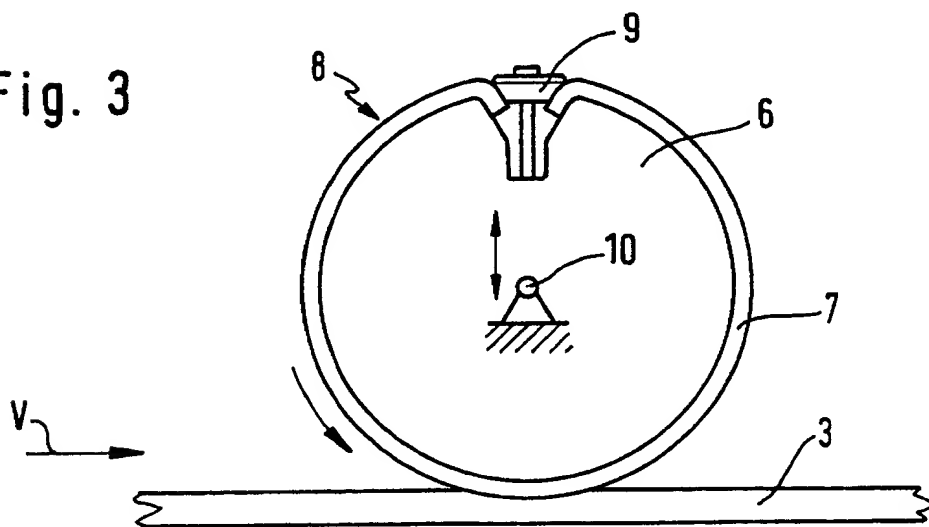


Fig. 4

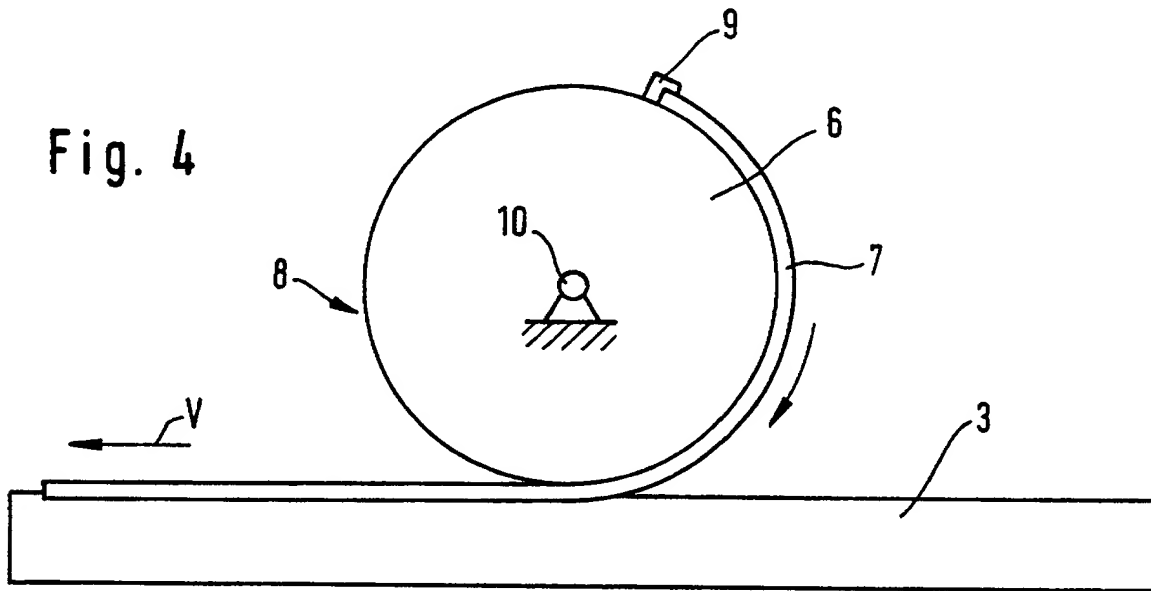


Fig. 5

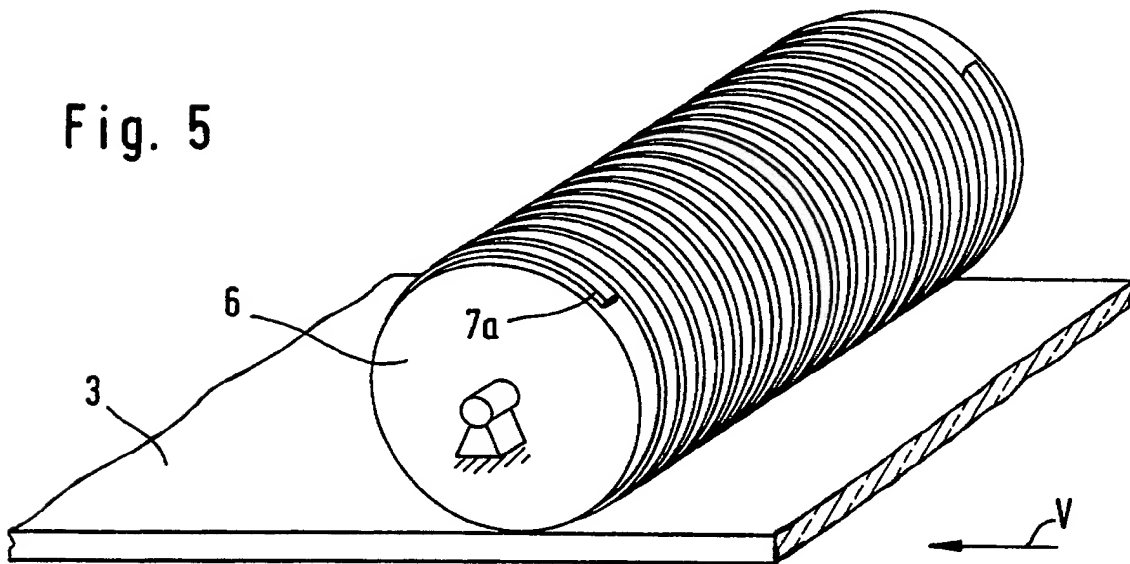


Fig. 6

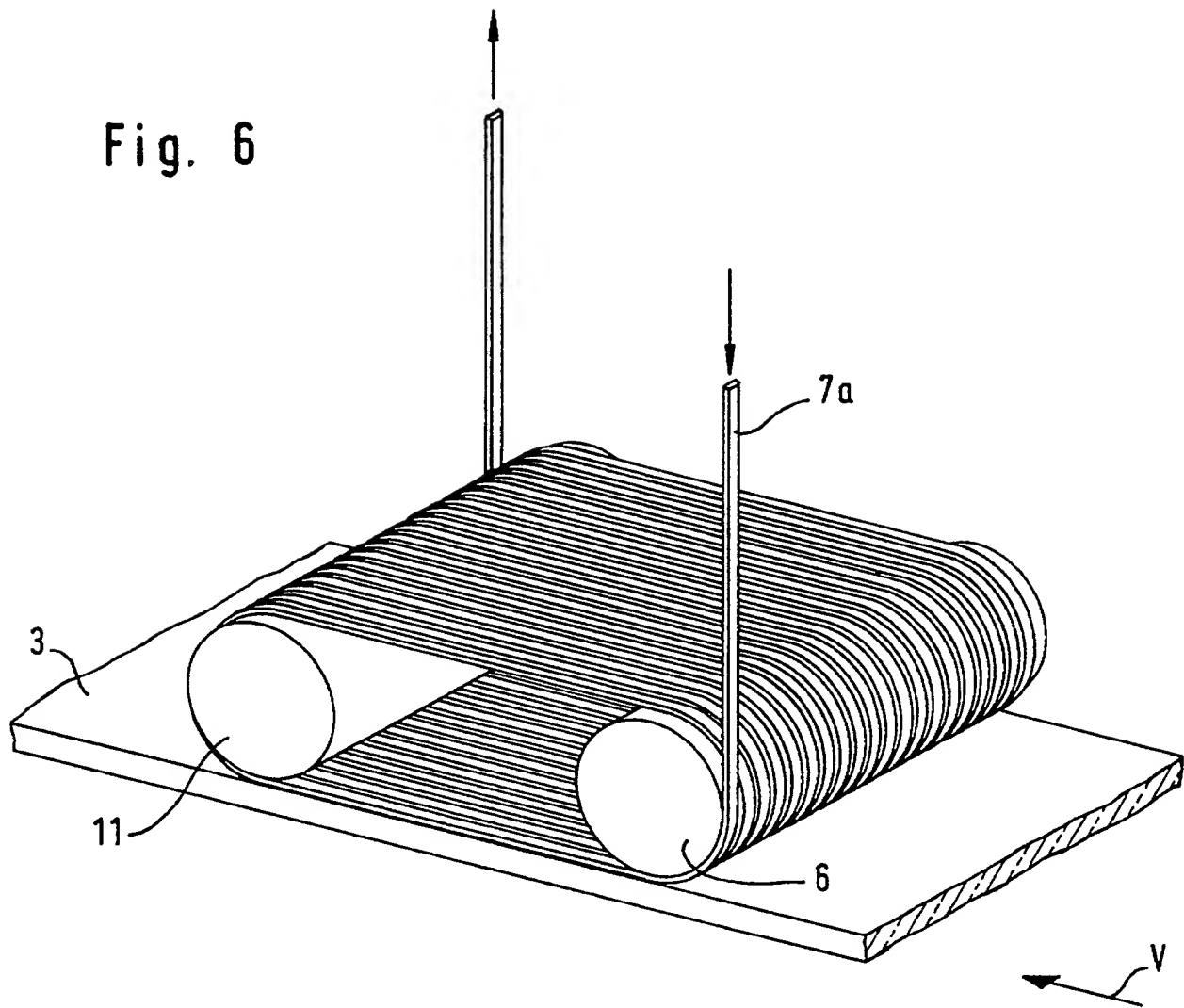


Fig. 6A

